

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>C03B 5/02, 5/00, B09B 3/00, F27B 1/00</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 95/04004</b>
		(43) Date de publication internationale: 9 février 1995 (09.02.95)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/00833

(22) Date de dépôt international: 6 juillet 1994 (06.07.94)

(30) Données relatives à la priorité:  
93/09513 28 juillet 1993 (28.07.93) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): EURO-PLASMA [FR/FR]; 89, avenue de la République, F-33200 Bordeaux (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): PINEAU, Didier [FR/FR]; 107, rue de la Harpe, F-33110 Le Bouscat (FR). CAMACHO, Salvador, L. [US/US]; 8913 O'Neil Road, Raleigh, NC 27613 (US).

(74) Mandataire: THEBAULT, Jean-Louis; Cabinet Thebault S.A., 1, allées de Chartres, F-33000 Bordeaux (FR).

(81) Etats désignés: AU, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CZ, FI, HU, JP, KP, KR, KZ, LK, LV, MG, MN, MW, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SK, UA, US, UZ, VN, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD OF RENDERING INERT, WITH THE AID OF A PLASMA TORCH, PRODUCTS CONTAINING METALS, IN PARTICULAR HEAVY METALS, AND FACILITY FOR CARRYING OUT SAID METHOD

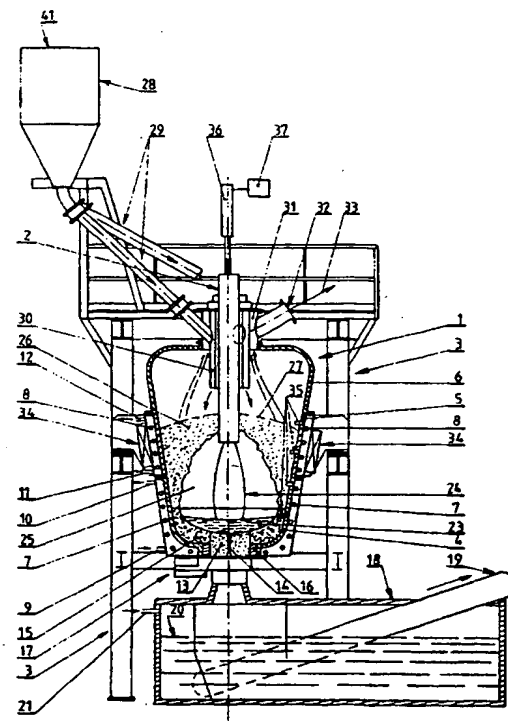
(54) Titre: PROCEDE D'INERTAGE PAR TORCHE A PLASMA DE PRODUITS CONTENANT DES METAUX, EN PARTICULIER DES METAUX LOURDS ET INSTALLATION POUR SA MISE EN ŒUVRE

## (57) Abstract

Method of rendering inert, with the aid of a plasma torch (2), and especially an arc plasma torch, solid products, and in particular powder or particulate products, wherein said products are vitrified in an oven (1) using said torch. The method is characterized by operating the torch (2) and maintaining the arc plasma permanently immersed, between the melt bath (23) of products in said oven (1) and the torch (2), in a reaction area (25) between the plasma and the raw products to be treated (26); continuously feeding the oven with raw products to be treated (26); discharging the melt products from the bath (23) as they are formed; cooling by quenching the discharged melt products, and at the same time recovering and treating the gases and fumes from the reaction area. Application in rendering inert solid residues derived from household refuse in particular.

## (57) Abrégé

L'objet de l'invention est un procédé d'inertage par torche (2) à plasma, notamment d'arc, dans lequel lesdits produits, sous forme solide, en particulier pulvérulente ou particulaire, sont vitrifiés dans un four (1) à l'aide de ladite torche, caractérisé en ce qu'il consiste à faire fonctionner la torche (2) de manière à maintenir le plasma d'arc en permanence en submersion, entre le bain de fusion (23) des produits dans ledit four (1) et la torche (2), dans une zone (25) de réaction entre le plasma et les produits crus à traiter (26), en alimentant en continu le four en produits crus, à évacuer les produits fondus du bain (23) au fur et à mesure de leur formation, à refroidir par trempé lesdits produits fondus évacués et, parallèlement, à récupérer et traiter les gaz et fumées issus de la zone de réaction. Application à l'inertage de résidus solides provenant notamment de l'incinération des ordures ménagères.



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brsil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Montgolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

**PROCEDE D'INERTAGE PAR TORCHE A PLASMA DE PRODUITS CONTENANT  
DES METAUX, EN PARTICULIER DES METAUX LOURDS  
ET INSTALLATION POUR SA MISE EN OEUVRE**

La présente invention a trait à un procédé perfectionné pour rendre inerte, par vitrification à l'aide d'une torche à plasma, notamment d'arc, des produits contenant des métaux, en particulier des métaux lourds et se présentant par exemple  
5 sous forme particulaire ou pulvérulente, notamment des résidus solides provenant de l'incinération de déchets ménagers, industriels, hospitaliers ou autres.

L'invention sera décrite ci-après dans son application à l'inertage de résidus solides provenant de l'incinération  
10 d'ordures ménagères, et plus précisément des résidus constitués par les cendres dites volantes, les cendres dites sous chaudière, ainsi que les gâteaux de filtration provenant de la déchloruration des cendres volantes, mais il est entendu que le procédé de l'invention peut s'appliquer à  
15 l'inertage d'autres types de déchets ou résidus solides, en particulier pulvérulents ou particuliers, contenant des métaux, en particulier des métaux lourds et, d'une manière générale, à l'inertage par vitrification de tous produits pulvérulents ou particuliers ou non contenant des métaux  
20 lourds et qu'il convient de piéger en vue d'une réutilisation ou d'un stockage dans des conditions de sécurité acceptables.

Les résidus solides provenant des incinérateurs, tels que les cendres volantes, les cendres sous-chaudière et les gâteaux de filtration évoqués ci-dessus, contiennent des  
25 produits toxiques, par exemple des métaux lourds tels que le plomb, le zinc ou le cadmium par exemple, ainsi que des sels

métalliques très solubles et facilement entraîna-  
bles par les eaux pluviales, qui constituent une source importante de  
pollution des sols et des nappes phréatiques. Leur quantité  
est telle qu'elle justifie une mise en décharge spéciale.

5 Du fait du coût d'une telle mise en décharge et de la  
tendance réglementaire vers une obligation de rendre inertes  
de tels résidus, on a déjà proposé d'effectuer leur inertage  
par vitrification.

A cet effet, divers moyens ont été proposés pour porter  
10 notamment des résidus d'épuration des fumées d'incinération  
d'ordures ménagères, dénommés REFIOM, à une température  
suffisamment élevée, généralement supérieure à 1300°C, pour  
les rendre liquides, afin d'obtenir un résidu emprisonnant  
les composés toxiques, qui se présente, après  
15 refroidissement, comme une matrice solide amorphe.

La vitrification apporte une qualité d'inertage du  
résidu solide très supérieure à celle procurée par les autres  
techniques et est actuellement le seul traitement qui  
permette de respecter les dernières normes sur les eaux de  
20 lixiviation. De plus, la vitrification peut éviter la mise en  
décharge du résidu et permet éventuellement de le  
revaloriser.

Toutefois, les moyens actuels de vitrification  
présentent des inconvénients, en particulier une consommation  
25 énergétique élevée pour l'obtention des hautes températures  
requises et une émission en quantité importante d'effluents  
gazeux à traiter pour certains d'entre eux.

Pour obtenir les hautes températures nécessaires à la  
vitrification, on a utilisé jusqu'à présent l'électrobrûleur,  
30 l'oxybrûleur, l'induction, l'arc électrique et la torche à  
plasma d'arc soufflé ou à plasma d'arc transféré.

Ces divers moyens présentent leurs avantages et leurs  
inconvénients.

Sans entrer dans le détail des mérites et points faibles  
35 de chaque technique, on notera simplement, la présente  
invention mettant en oeuvre une torche à plasma d'arc, que  
les procédés à plasma d'arc procurent une énergie mieux  
contrôlée dans la zone de réaction, résultant de l'injection  
en quantités modulables de différents gaz dans la torche qui  
40 permet d'obtenir les conditions thermochimiques adéquates. Il

en résulte une grande souplesse d'adaptation et d'utilisation ainsi que la minimisation des polluants secondaires issus des réactions thermochimiques.

Toutefois, ces procédés et installations existants, à  
5 plasma d'arc, soufflé ou transféré, ne sont pas pleinement satisfaisants au plan du bilan énergétique, du traitement de la pollution secondaire, notamment des gaz de sortie du four à plasma et de leur coût de mise en oeuvre.

La présente invention a précisément pour but de pallier  
10 à ces inconvénients en proposant une technique de vitrification par torche à plasma améliorée, permettant en outre d'optimiser la conduite de l'inertage, notamment des REFIOM, par une meilleure souplesse d'utilisation et capacité d'adaptation en fonction des impératifs des installations  
15 d'incinération des ordures ménagères.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'inertage par torche à plasma, notamment d'arc, de produits contenant des métaux, en particulier des métaux lourds, notamment des résidus d'épuration des fumées d'incinération  
20 d'ordures ménagères, dans lequel lesdits produits, sous forme solide, en particulier pulvérulente ou particulaire, sont vitrifiés dans un four à l'aide de ladite torche, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à faire fonctionner la torche de manière à  
25 maintenir le plasma d'arc en permanence en submersion, entre le bain de fusion des produits dans le four et la torche, dans une zone de réaction entre le plasma et les produits crus à traiter, en alimentant en continu le four en  
30 produits crus,
- à évacuer en continu ou semi-continu les produits fondus du bain au fur et à mesure de leur formation,
- à refroidir par trempe lesdits produits fondus  
35 évacués et, parallèlement,
- à récupérer et traiter les gaz et fumées issus de la zone de réaction.

De préférence, l'installation de mise en oeuvre du procédé comprend une ou plusieurs torches agencées dans un  
40 même four en étant disposées verticalement ou avec une

certaine inclinaison par rapport à la verticale, les produits crus à traiter acheminés dans le four en partie supérieure se déplacent dans ce dernier par gravité, la partie inférieure de la ou des torches étant en permanence immergée dans lesdits produits et les produits fondus du bain de fusion s'écoulent par gravité.

Avantageusement et afin d'optimiser le procédé, on analyse à intervalles de temps les nature et proportions des constituants des produits à traiter et on détermine à partir de ces analyses les nature et proportions de divers additifs solides, ajoutés aux produits avant introduction dans le four, en vue d'améliorer les conditions d'acheminement des produits crus vers la zone de réaction, les conditions de réaction et les conditions de génération et récupération des gaz issus de la zone de réaction.

Suivant une autre caractéristique du procédé de l'invention, un ou plusieurs additifs gazeux sont introduits dans ou à la sortie de la ou des torches en vue par exemple d'enrichir en oxygène le milieu gazeux afin d'assurer un meilleur piégeage des métaux.

L'invention a également pour objet une installation pour la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus et dont on va décrire maintenant un mode de réalisation, à titre d'exemple uniquement et en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 25 - Figure 1 est une vue schématique d'une installation à four à torche à plasma d'arc en mode submergé selon l'invention ;
- Figure 2 est une vue plus détaillée d'un four à torche à plasma selon l'invention ;
- 30 - Figure 3 est une vue schématique d'un four selon l'invention équipé d'une torche à plasma fonctionnant en arc non-transféré ;
- Figure 4 est une vue schématique d'un four selon l'invention équipé d'une torche à plasma fonctionnant en arc transféré ;
- 35 - Figure 5 est une vue schématique d'un four à plusieurs torches à plasma, et
- Figure 6 est une vue schématique d'un four dit à auto-creuset selon l'invention.

Sur la figure 1 on a représenté d'une manière générale en 1 un four selon l'invention dans lequel est disposée verticalement une torche à plasma d'arc 2.

Un mode de réalisation d'un tel four est représenté plus 5 en détail sur la figure 2.

Le four 1 est supporté par un bâti 3 et comprend une enveloppe métallique en trois sections superposées 4, 5 et 6, les deux sections inférieures 4 et 5 étant refroidies par deux circuits d'eau distincts, symbolisés en 7 et 8, munis de 10 leurs entrées et sorties respectives 9, 10 et 11, 12.

Dans la partie inférieure 4 du four est disposé un creuset en matériau réfractaire constitué de trois pièces : une pièce 13 de coulée de produits fondus, percée d'un trou de coulée 14 ; un réservoir pied de bain 15 et une pièce 15 annulaire 16.

En dessous du creuset 13 à 16 est monté un dispositif conventionnel d'obturation 17, interposé entre le creuset et une enceinte de trempe 18 munie d'un convoyeur 19 de relevage des granulats de vitrifiat. L'extrémité inférieure du 20 convoyeur 19 plonge dans l'eau de trempe 20, maintenue à niveau dans l'enceinte 18 par un circuit d'amenée d'eau 21.

Le convoyeur 19 évacue le vitrifiat vers un convoyeur de reprise (non représenté) en direction d'une unité de stockage 22 (figure 1).

25 Sur la figure 2 on a représenté schématiquement en 23 le bain liquide de produits fondus, en 24 le plasma généré par la torche 2, en 25 la zone de réaction des REFIOM crus sous l'effet du plasma de la torche, cette zone de réaction étant, conformément à l'invention, submergée par la masse 26 des 30 REFIOM crus dont on a symbolisé en 27 le niveau dans le four.

Les REFIOM crus sont acheminés dans le four 1 par un système d'alimentation comprenant une trémie 28 formant réservoir tampon et un jeu 29 de goulottes amenant, par voie gravitaire, les produits dans un manchon 30 entourant la 35 torche 2.

Les goulottes 29 sont par exemple au nombre de trois régulièrement réparties autour du manchon 30, afin que les produits soient régulièrement distribués dans l'intervalle entre le manchon 30 et la torche 2.

Les gaz et fumées issus de la zone de réaction sont récupérés en partie supérieure du four 1 par un manchon 31 coaxial au manchon 30 et entourant ce dernier.

Sur le manchon 31 est piquée une conduite 32 d'évacuation des gaz et fumées vers un cyclone à poussières 33 (figure 1).

Par ailleurs, le four est muni extérieurement, au droit de sa section intermédiaire 5, d'un dispositif symbolisé en 34 destiné à engendrer des ébranlements ou vibrations dans la masse 26 des REFIOM crus pour faciliter leur descente gravitaire et leur tassement. Le dispositif 34 est par exemple un dispositif générateur d'ultrasons ou un dispositif mécanique à balourd.

Le four est muni intérieurement, au droit de ses deux sections inférieures 4 et 5, de détecteurs de niveau 35 du bain liquide 23 et de niveau (27) des REFIOM, du type sonde gamma par exemple, étagés le long de la paroi interne du four.

Enfin, la torche 2 est montée réglable en position en hauteur, ou en éloignement, par rapport au creuset 13 à 16. A cet effet, la torche est montée coulissante verticalement dans le manchon 30 et peut être déplacée par un dispositif approprié symbolisé en 36, par exemple un système à vérin hydraulique, piloté par un dispositif de commande approprié 37.

La trémie 28 est elle-même alimentée à partir d'une unité de stockage 38 reliée par une conduite 39 munie d'une vanne 40 à un mélangeur 41 relié, par une conduite 42 équipée d'une vanne 43, à ladite trémie 28.

Les REFIOM stockés en 38 proviennent d'une unité 44 de traitement des fumées d'une installation d'incinération des ordures ménagères symbolisée en 45.

Un analyseur 46 des constituants des REFIOM est connecté à l'unité de stockage 38, ainsi qu'à un contrôleur 47 commandant la vanne 40 et une pluralité de vannes 48 interposées dans des conduits 49 reliant le mélangeur 41 à une pluralité d'unités 50 de stockage/délivrance d'additifs solides.

La torche à plasma 2 peut être du type à arc non-transféré, comme illustré par la figure 3, ou du type à arc



transféré, comme illustré par la figure 4, ces deux types étant bien connus et ne nécessitant pas une description détaillée.

La torche 2 de la figure 3 est par exemple du type 5 décrit dans le document FR-2.654.294 et comporte, à l'intérieur d'un corps tubulaire 51, une électrode amont ou cathode 52 et une électrode aval ou anode 53, reliées par des connexions électriques respectives 54 et 55 à une source d'alimentation électrique appropriée 56 (figure 1).

10 Entre les électrodes 52 et 53 et leur support sont ménagés des circuits de refroidissement reliés par une entrée d'eau 57 et une sortie d'eau 58 à un échangeur de chaleur 59 (figure 1) dont on a schématisé en 60 et 61 respectivement l'entrée et la sortie d'eau primaire.

15 En 62 est représenté le dispositif d'injection de gaz plasmagène, entre les deux électrodes, le gaz étant acheminé par une entrée 63.

Le plasma généré par la torche 2 est représenté en 24.

La figure 4 illustre un type de torche à arc transféré, 20 comportant, à l'intérieur d'un corps tubulaire 64, une électrode amont 52 reliée à une borne électrique 54, un circuit de refroidissement relié à une entrée d'eau 57 et à une sortie d'eau 58 et un dispositif 62 d'injection de gaz plasmagène relié à une entrée de gaz plasmagène 63.

25 L'arc 24' de la torche 2' est généré entre l'électrode 52 et le creuset.15' qui est muni à cet effet d'une électrode de retour de courant 65, par exemple en graphite, reliée électriquement à la borne 55 de connexion de la torche 2' au circuit d'alimentation électrique 56. Sur la figure 4, on n'a 30 pas représenté le trou de coulée 14 du creuset 15' qui peut être par ailleurs similaire à celui représenté en 13 à 16 sur la figure 2.

L'entrée 63 de gaz plasmagène de la torche (2 ou 2') est reliée, par une canalisation commune 66 (figure 1), soit à 35 une source d'air comprimé 67, via une vanne 68, soit à une autre source de gaz plasmagène 69, via une autre vanne 68.

En outre, à la torche (2,2') est associée une source d'additif gazeux plasmagène 70, via une canalisation 71 et une vanne 72, ladite canalisation 71 (représentée 40 symboliquement sur les figures 3 et 4) acheminant l'additif

gazeux extérieurement au corps (51,64) de la torche pour l'introduire, à l'extrémité inférieure de la torche, dans la zone de réaction 25.

En se reportant à nouveau à la figure 1, on a représenté en outre schématiquement un système de fourniture d'eau de refroidissement du four et d'eau de trempe, comprenant une arrivée d'eau 73 et une sortie d'eau 74. L'arrivée d'eau 73 est reliée, par un circuit d'introduction d'eau de refroidissement 75, au four 1, et, par le circuit d'eau de trempe 21 muni de sa vanne 76, à l'enceinte de trempe 18 (figure 2).

Le retour d'eau de refroidissement à la sortie 74 s'effectue par des conduites 77.

Enfin, le cyclone 33 comporte une sortie 78 de récupération des résidus solides, par exemple à des fins de recyclage, cependant que les résidus gazeux sont évacués par la canalisation 79 vers l'unité 44 de traitement des fumées, constituée par exemple par des électro-filtres.

Le fonctionnement du four est le suivant.

Les REFIOM crus 26, auxquels sont, éventuellement mais la plupart du temps néanmoins, mélangés des additifs solides, forment en permanence comme une gangue enveloppant la zone de réaction 25 où se trouve le plasma (24,24') de la torche (2,2'), entre cette dernière et le bain liquide 23 de produits fondus.

La masse 26 est pulvérulente ou particulaire et se laisse traverser par les gaz issus de la zone de réaction et se dirigeant en partie supérieure du four. Ils sont ainsi refroidis au contact de la masse 26, ce qui permet de réduire leur température de sortie aux alentours de 200°C.

Suivant un mode préféré de mise en oeuvre du procédé, les REFIOM à traiter stockés dans l'unité 38, par exemple des cendres volantes, sont analysés périodiquement par l'analyseur 46 et les informations de l'analyse sont fournies à un calculateur (par exemple intégré au contrôleur 47) qui détermine, en fonction de critères prédéterminés et suivant un processus programmé, la nature et la quantité de chaque type d'additif solide à ajouter aux cendres volantes pour optimiser l'efficacité du procédé. Le calculateur (47) pilote les vannes 48 des réservoirs d'additifs 50 en sorte de

mélanger grâce au mélangeur 41 le ou les additifs auxdites cendres volantes.

Le mélange est stocké dans l'unité tampon constituée par la trémie 28 d'introduction en continu, via les goulottes 29, des produits dans la partie supérieure du four 1.

Divers additifs peuvent être utilisés conformément à l'invention afin, par exemple, d'améliorer le rendement énergétique, d'améliorer la capture ou piégeage des matériaux toxiques dans le vitrifiat obtenu, de répondre à un cahier des charges spécifiques du vitrifiat en fonction de son utilisation ultérieure.

L'emploi d'additifs solides permet de jouer sur divers paramètres tels que viscosité, conduction électrique, réactivité chimique.

Des additifs, tels que du charbon pulvérulent par exemple, peuvent être ajoutés pour une meilleure fluidité du mélange, facilitant son glissement à l'intérieur du four et pour homogénéiser dans la masse 26 les résidus à inerte.

D'autres additifs, tels que des fondants comme la magnésie par exemple, peuvent être ajoutés pour diminuer la température des points de fusion du mélange.

D'autres additifs, de type oxydant, sont de nature à créer des réactions chimiques spécifiques aux métaux à piéger et à rendre la masse 26 plus perméable aux gaz issus de la zone de réaction, en sorte d'obtenir une traversée plus homogène de la masse 26 par lesdits gaz.

La quantité des additifs ajoutés se situe dans une plage de 0 à 5 % environ en poids de cendres volantes ou autres produits à inerte.

Au fur et à mesure que la fusion s'opère, le bain liquide 23 se reconstitue et est de temps en temps évacué par fraction, par gravité, par le trou 14 en ouvrant le dispositif d'obturation 17. Le bain 23 se reconstitue en permanence.

Les cendres volantes du mélange 26, au fur et à mesure qu'elles atteignent la zone de réaction 25, fondent et s'en vont rejoindre par ruissellement le bain 23, tandis que les gaz s'échappent au travers du mélange cru 26 en lui cédant la plus grande part de leur énergie thermique. Il en résulte, d'une part, une amélioration du bilan énergétique et, d'autre

part, une dépollution partielle des gaz issus de la zone de réaction, du fait de la condensation sur les produits crus 26 de la fraction évaporée des substances toxiques volatiles.

La température atteinte par le bain liquide 23 est par exemple de l'ordre de 1300°C.

La position en hauteur dans le four de la torche (2,2') est réglable grâce au vérin 36 piloté par le dispositif de commande 37. La position de la torche est notamment modifiée au démarrage du four afin de réduire la distance entre la torche et le creuset (13 à 16).

Au fur et à mesure que le bain liquide 23 se constitue, la torche est éloignée du creuset, le pilotage du vérin 36 s'effectuant à partir de divers paramètres et notamment les niveaux du bain 23 et des produits à traiter (26,27), grâce aux sondes gammas 35.

Le fait que le plasma (24,24') de la torche (2,2') soit submergé en permanence par des produits qui sont par ailleurs de nature réfractaire, permet d'éviter l'emploi de revêtements réfractaires, coûteux et fragiles, pour constituer les parois exposées du four.

C'est ainsi que le four 1 peut comporter une enveloppe métallique (4,5,6) simplement refroidie à l'eau. La section inférieure 4 du four peut être refroidie plus intensément que la section intermédiaire 5, grâce aux circuits d'eau indépendants (9,10 ; 11,12).

Il n'est pas nécessaire que le creuset soit métallique.

Dans la chambre de trempe 18 s'opère la trempe rapide à l'eau. Les produits liquides de fusion tombant du creuset se solidifient en granulats, qui tombent sur le convoyeur 19 et sont évacués par ce dernier.

Le vitrifiat sous forme granulaire est stocké dans l'unité 22. Il peut être mis en décharge ordinaire ou, mieux, réutilisé par exemple comme matériau en vrac pour les chaussées.

Suivant une variante, lesdits produits liquides de fusion peuvent être dirigés dans des lingotières refroidies, conformées de façon à obtenir directement des objets réutilisables tels que des briques, pots de fleurs, etc...

Les gaz et fumées récupérés en partie supérieure du four sont acheminés par la canalisation 32 vers le cyclone 33 à

des fins de récupération des résidus solides en 78, les résidus gazeux étant évacués vers le circuit 79 de retour vers l'unité de traitement des fumées 44 de l'installation d'incinération.

5 Des additifs gazeux ou plasmagènes peuvent être avantageusement fournis à la torche 2,2' conformément à l'invention, soit en étant injectés à l'intérieur de la torche via l'entrée 63, en provenance de la source 69, soit en étant injectés dans la zone de réaction 25, via la  
10 canalisation 71, en provenance de la source 70. Ces additifs ont pour but notamment d'assurer un meilleur piégeage des métaux et d'améliorer les transferts énergétiques.

Les additifs gazeux ou plasmagènes sont d'une manière générales des oxydants pour faciliter le piégeage des métaux.  
15 D'autres gaz pourront être utilisés pour améliorer par ailleurs les transferts énergétiques.

Suivant une variante illustrée schématiquement par la figure 5, un même four 1' peut comporter plusieurs torches 2, de préférence identiques, légèrement inclinées par rapport à  
20 la verticale et en direction du creuset 15'. On peut prévoir ainsi deux torches disposées symétriquement ou non, ou bien trois torches décalées entre elles de 120°. Les plasmas (24) des torches 2 créent une zone de réaction commune 25 dans la masse des produits à traiter 26 qui submerge les extrémités  
25 inférieures des torches.

Lesdits produits peuvent être acheminés dans le four 1' (flèche 80) par des moyens analogues à ceux (29,30) représentés sur la figure 2. De même, les gaz et fumées issus de la zone de réaction (flèche 81) peuvent être extraits par  
30 des moyens analogues à ceux (31,32) représentés sur ladite figure 2.

Les torches 2 sont, de préférence, réglables en éloignement par rapport au creuset 15'.

Enfin, la figure 6 représente schématiquement une autre  
35 variante de four selon l'invention, dite four à auto-creuset 1", dans laquelle le bain liquide 23 se constitue dans le fond 82 de la cavité de réaction 25 créée par le plasma (24) de la torche 2, dans la masse des produits à traiter 26. Cette cavité 25 forme ainsi un creuset, à l'exception de la  
40 partie centrale, constituée par une pièce de coulée 15" en

matériau réfractaire percée d'un trou 14 d'écoulement des produits liquides 23.

La paroi du four 1" est bien entendu conformée, dans sa partie inférieure, de façon à constituer une réserve de 5 produits à traiter 26 suffisante pour permettre la formation de l'auto-creuset (82). A la pièce de coulée 15" est associé un dispositif d'obturation 17. La paroi du four 1" est de préférence refroidie et constituée en sections comme le four 1 de la figure 2.

10 La torche 2 est également de préférence réglable en éloignement par rapport à la pièce 15".

La paroi interne du four 1 est de préférence inclinée de manière que le diamètre aille en s'élargissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du creuset 15, au moins jusqu'à la 15 hauteur (27) des produits crus 26. Ainsi, au fur et à mesure que les gaz issus de la zone de réaction traversent en s'élevant la masse des produits crus 26, la section de passage s'agrandit, entraînant de la sorte une sortie des gaz en partie supérieure du four et une évacuation dans des 20 conditions moins turbulentes évitant l'entraînement de particules solides.

Enfin, l'invention n'est évidemment pas limitée aux modes de mise en oeuvre représentés et décrits ci-dessus, mais en couvre au contraire toutes les variantes, notamment 25 en ce qui concerne l'agencement et le mode de fonctionnement de la ou des torches 2,2', les formes, dimensions et agencement du four (1,1',1"), les moyens et conditions de solidification par trempe à l'eau ou à l'air, des produits liquides de fusion (23).



génération et récupération des gaz issus de la zone de réaction.

4. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'additif ajouté est un produit pulvérulent de nature à  
5 conférer au mélange acheminé dans le four (1) une meilleure fluidité, un meilleur glissement à l'intérieur du four (1) et une meilleure homogénéité.

5. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'additif est un produit, tel qu'un fondant, destiné à  
10 diminuer la température des points de fusion du mélange.

6. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'additif est un produit du type oxydant destiné à créer des réactions chimiques spécifiques aux métaux à piéger et à rendre la masse des produits à traiter (26) plus perméable  
15 aux gaz issus de la zone de réaction.

7. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la quantité des additifs ajoutés est de l'ordre de 0 à 5% en poids des produits à inerte.

8. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'un ou plusieurs additifs gazeux sont introduits dans ou à la sortie de la torche (2).  
20

9. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 25 - un four (1,1',1'') définissant à sa partie inférieure un creuset (13 à 16) muni d'un trou (14) d'écoulement du bain liquide de fusion (23),
- au moins une torche à plasma d'arc (2,2') disposée dans le four en sorte de créer et entretenir un  
30 plasma (24,24') entre ladite torche et ledit creuset, la partie inférieure de la torche étant immergée dans la masse des produits à traiter (26),
- des moyens (29,30) d'alimentation en continu du four (1) en produit à traiter,
- 35 - des moyens (31,32) d'évacuation des gaz et fumées issus de la zone de réaction,
- des moyens (7,8) de refroidissement d'une partie au moins du four,



- un dispositif (18) de trempe du produit liquide évacué par ledit creuset, disposé sous ce dernier, et
- des moyens (19) d'évacuation des produits vitrifiés formés dans le dispositif de trempe.

5

10. Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce que le corps du four (1) est formé de plusieurs sections (4,5,6), refroidies de manière indépendante.

10 11. Installation suivant la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce que le creuset (13 à 16) occupe toute la surface de fond du four (1) et est muni d'un dispositif (17) d'obturation du trou d'écoulement (14) dudit creuset.

15 12. Installation suivant la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce que le creuset est constitué, pour partie, par la masse des produits à traiter (26) et, pour partie, par une pièce de coulée (15") à laquelle est associé un dispositif d'obturation (17).

20 13. Installation suivant l'une des revendications 9 à 12, caractérisée en ce qu'elle comporte un four (1') équipé de plusieurs torches (2), inclinées en direction du creuset (15') du four.

25 14. Installation suivant l'une des revendications 9 à 13, caractérisée en ce que la paroi interne du four (1) est munie de détecteurs de niveau (35) disposés à différentes hauteurs par rapport au creuset (13 à 16) et chargés de détecter le niveau (27) des produits à traiter (26) dans le four et/ou le niveau du bain liquide (23).

30 15. Installation suivant l'une des revendications 9 à 14, caractérisée en ce que le four (1) est muni d'un dispositif (34) susceptible de créer des ébranlements dans la masse des produits à traiter (26) présents dans le four (1).

35 16. Installation suivant l'une des revendications 9 à 15, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif (28,29,38 à 43) d'acheminement des produits à traiter dans lequel est disposé un mélangeur (41) relié à une pluralité de dispositifs (48,50) d'adjonction d'additifs solides, sous la commande d'une unité de calcul et contrôle (47) reliée à un analyseur (46) des produits à traiter.

17. Installation suivant l'une des revendications 9 à 12, caractérisée en ce que la torche (2,2') est reliée à plusieurs dispositifs (68,69 ; 70 à 72) d'introduction sélective d'additifs gazeux ou plasmagènes, à l'intérieur de la torche ou à son extrémité.

18. Installation suivant l'une des revendications 9 à 17, caractérisée en ce que la torche (2,2') est montée réglable en éloignement par rapport au creuset (15,15',15").

19. Installation suivant l'une des revendications 9 à 18, caractérisée en ce que le four comporte une paroi interne inclinée en sorte que la section de passage des gaz issus de la zone de réaction (25) dans la masse des produits à traiter (26) va en s'accroissant au fur et à mesure que lesdits gaz traversent lesdits produits.

20. Installation suivant l'une des revendications 9 à 19, caractérisée en ce qu'elle comporte, en outre, un circuit (31,32) de récupération en partie supérieure du four (1) des gaz et fumées issus de la zone de réaction, comportant un cyclone dépoussiéreur (33) relié à une unité de traitement des fumées (44).

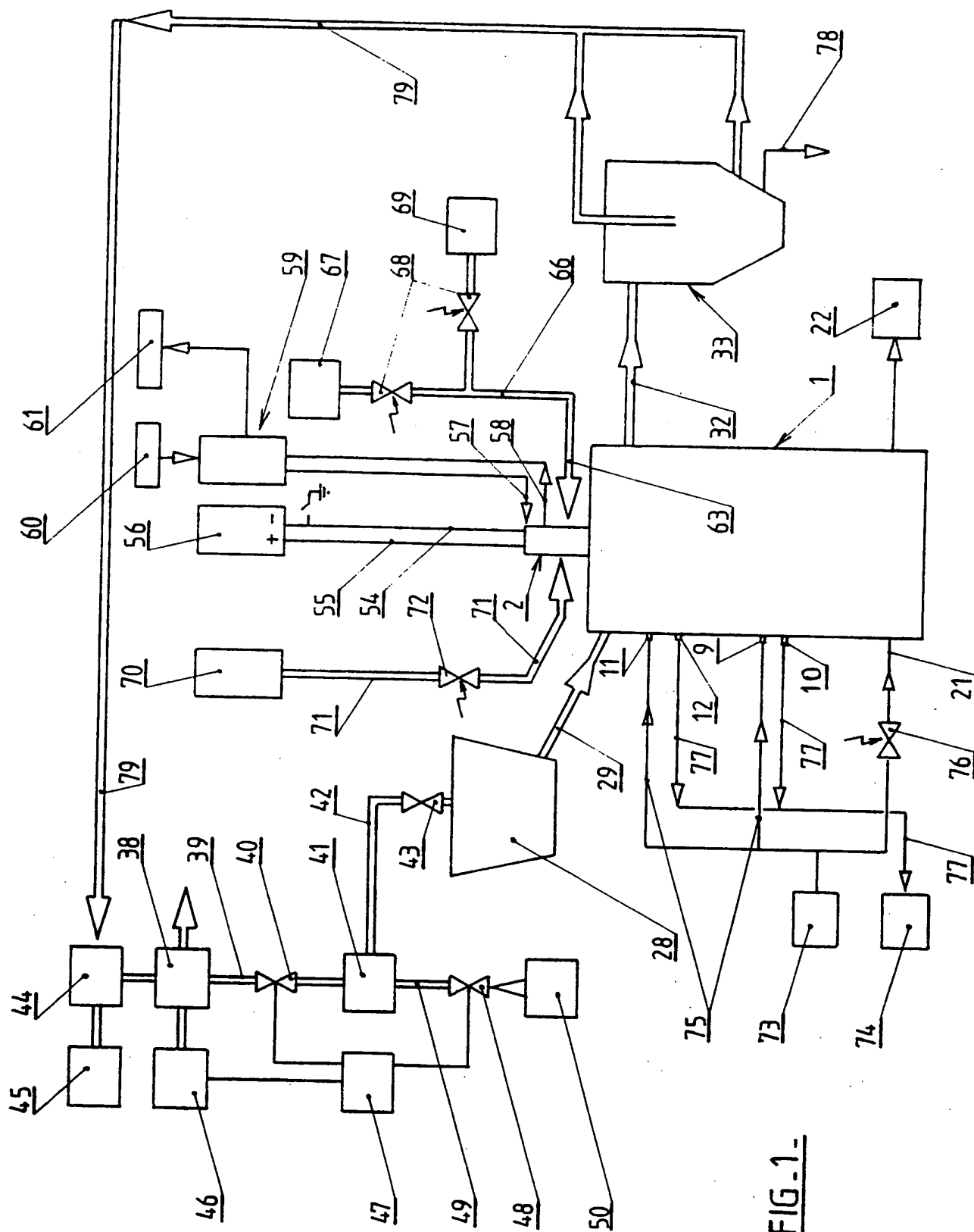
21. Installation suivant l'une des revendications 9 à 20, caractérisée en ce que l'acheminement des produits à traiter dans le four (1) et l'évacuation des gaz et fumées issus de la zone de réaction s'effectuent par des conduits concentriques (30,31) à des fins de répartition homogène desdits produits et d'extraction homogène desdits gaz et fumées.

22. Installation suivant l'une des revendications 9 à 21, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de trempe (20) transformant les produits liquides de fusion en granulats de vitrifiat.

23. Installation suivant l'une des revendications 9 à 21, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de trempe (20) des produits liquides de fusion par lingotières de forme appropriée aux objets à obtenir.

24. Installation suivant l'une des revendications 9 à 23, caractérisée en ce que la ou les torches (2) sont du type à fonctionnement en arc non-transféré.

25. Installation suivant l'une des revendications 9 à 23, caractérisée en ce que la ou les torches (2') sont du type à fonctionnement en arc transféré.



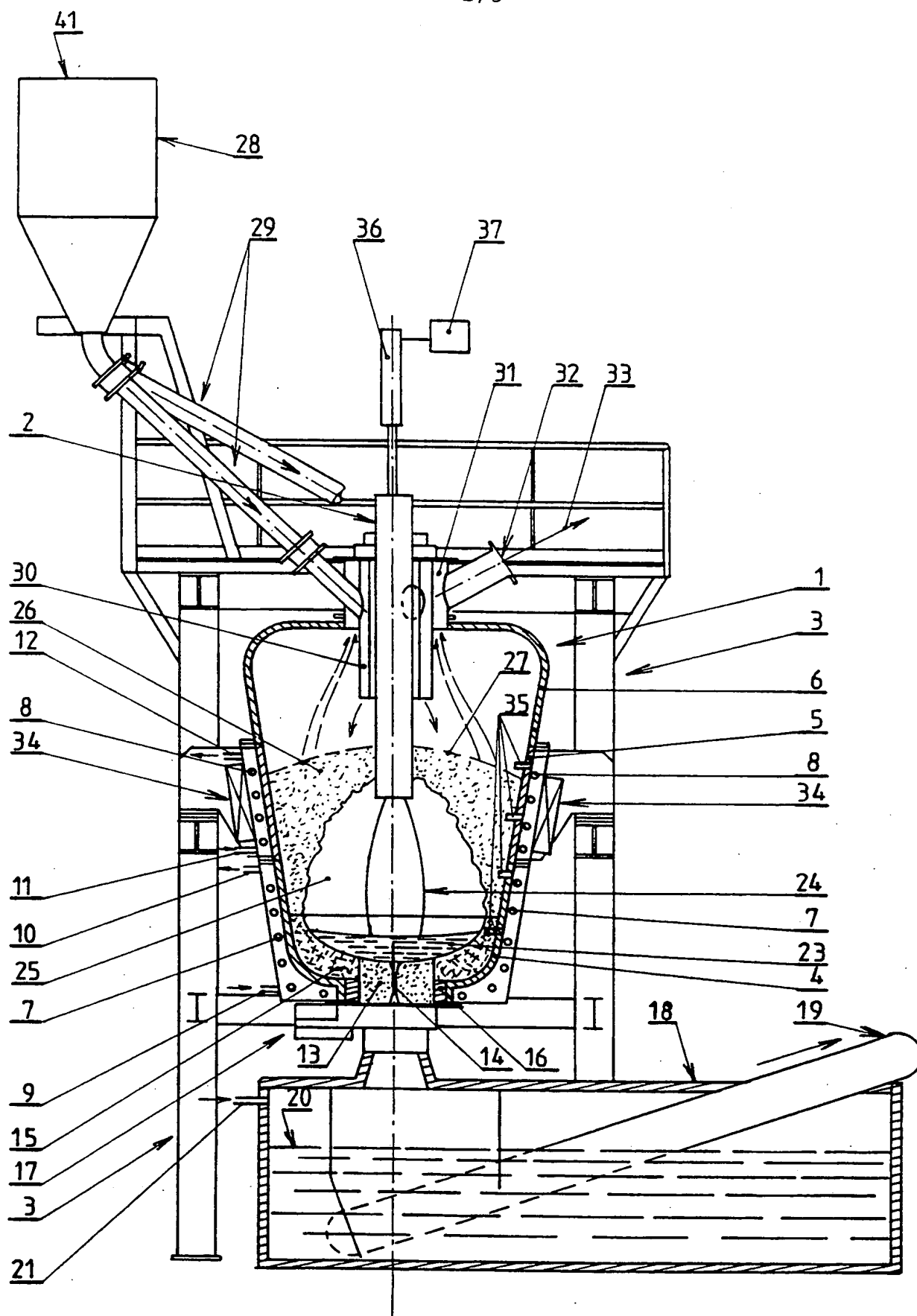


FIG-2-

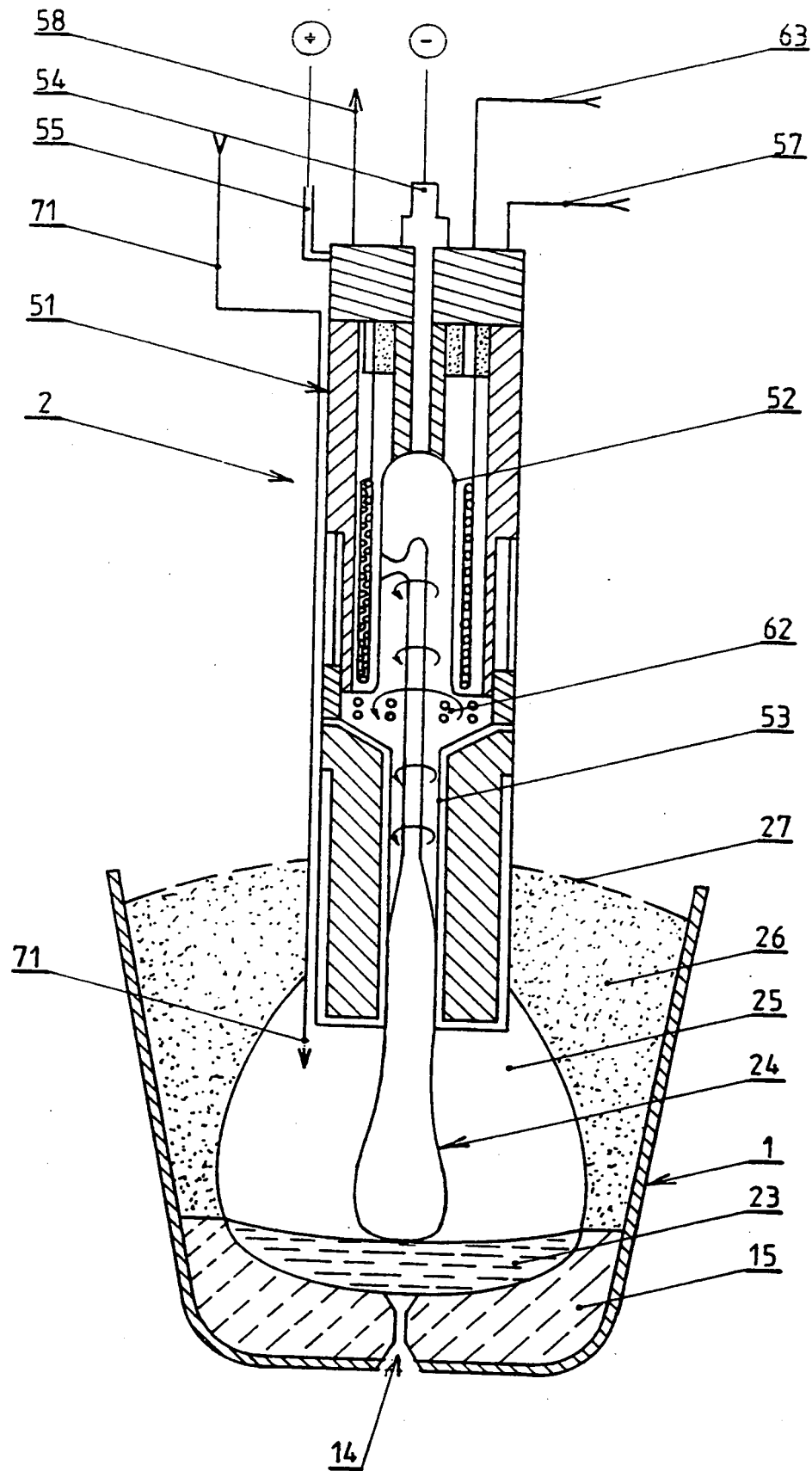


FIG. 3.

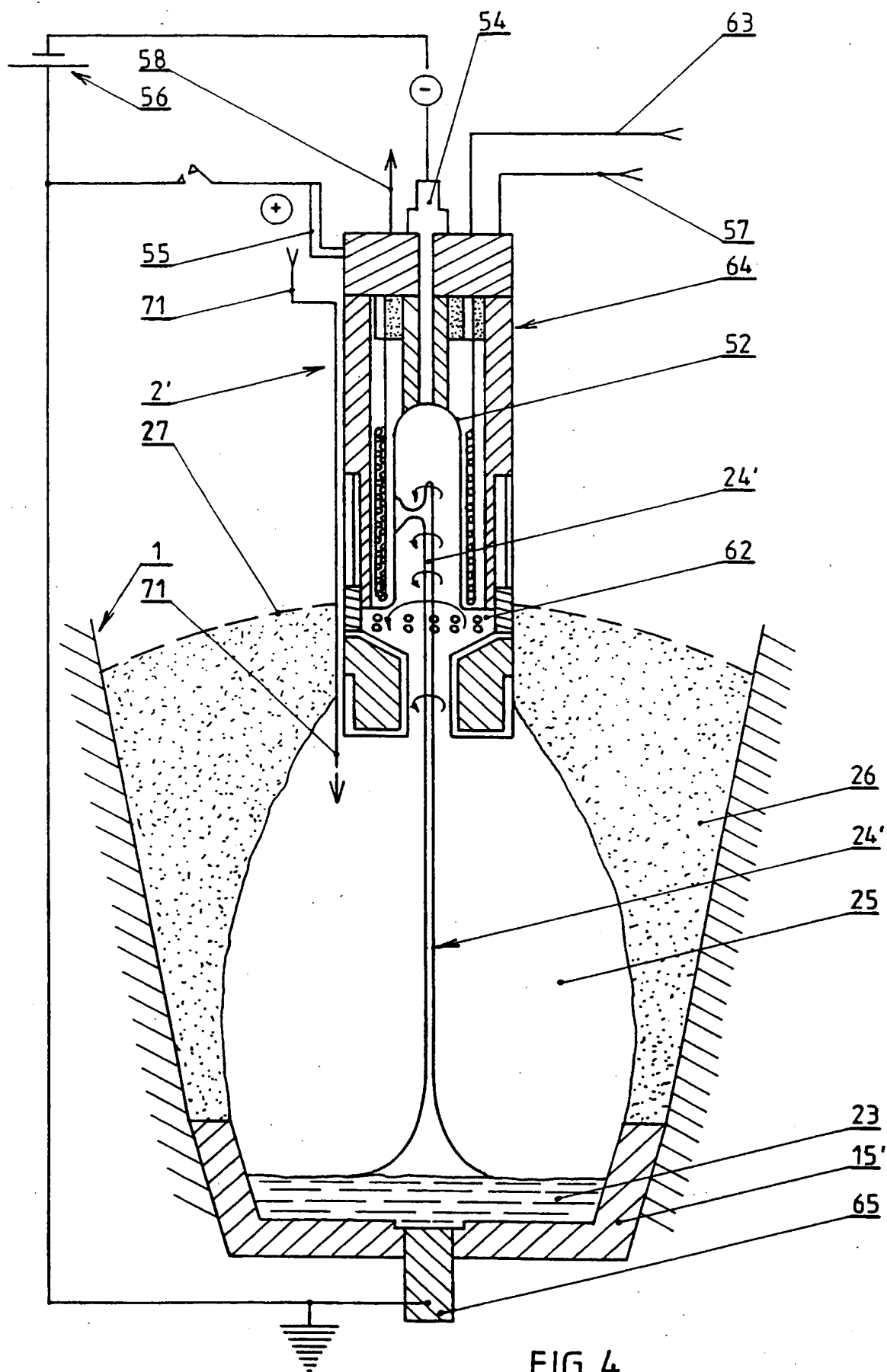


FIG. 4 -

5/5

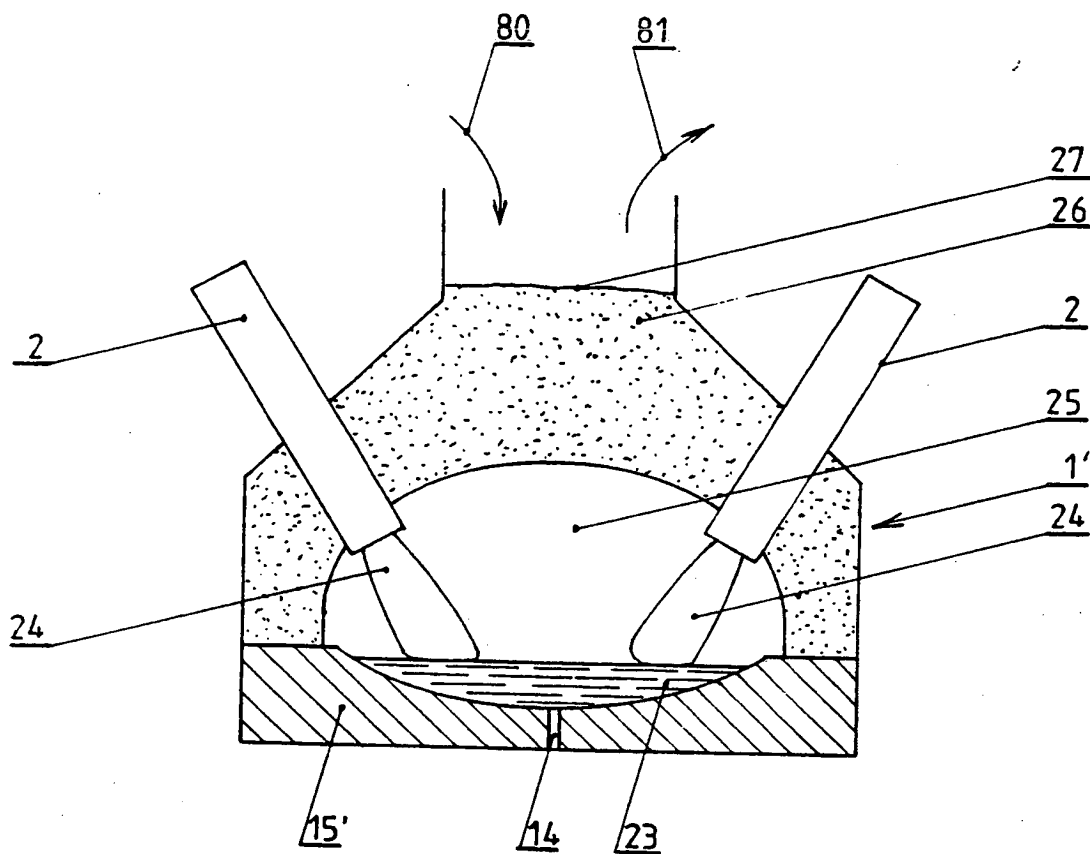


FIG. 5\_

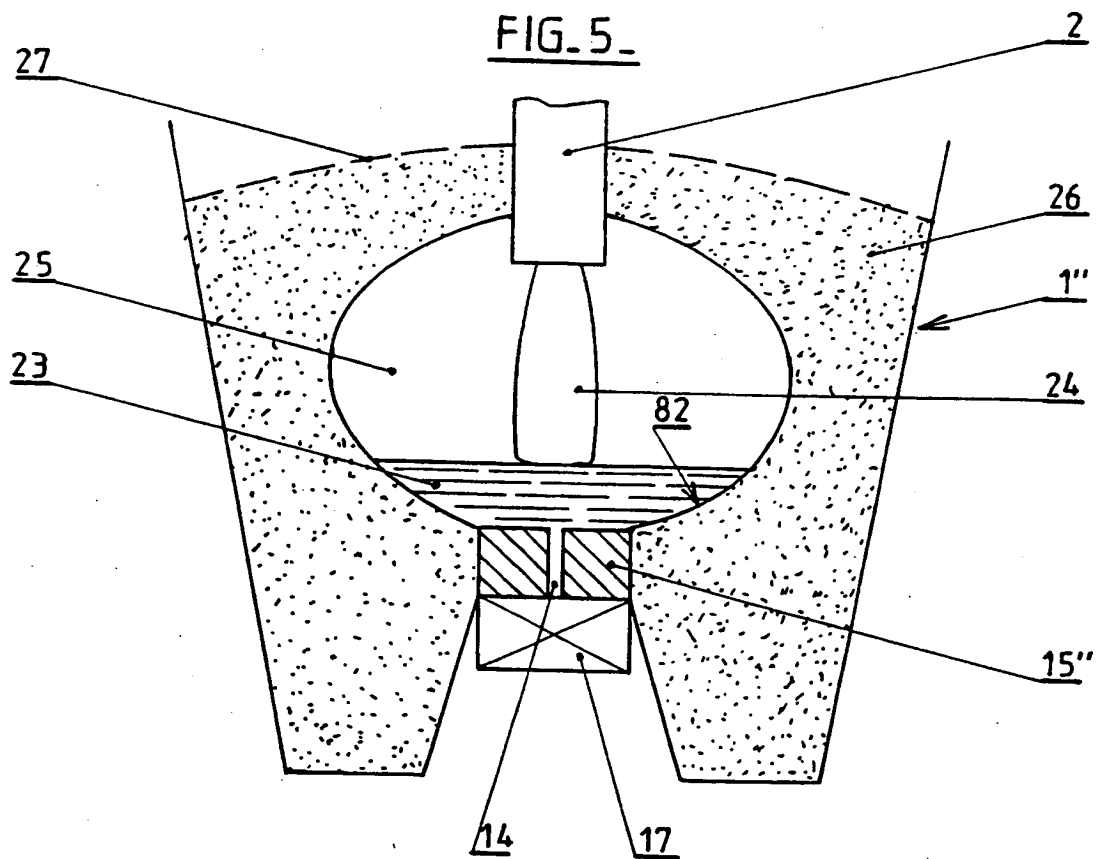


FIG. 6\_



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 94/00833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 C03B5/02 C03B5/00 B09B3/00 F27B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C03B B09B F27B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US,A,5 181 795 (CIRCEO) 26 January 1993 see the whole document ---	1,9
Y	DE,A,40 35 049 (SIMOND) 8 May 1991 see the whole document ---	1,9
A	EP,A,0 265 051 (CZERWINSKI) 27 April 1988 see the whole document ---	1,9
A	US,A,3 917 479 (SAYCE) 4 November 1975 see the whole document -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 September 1994

Date of mailing of the international search report

22.03.94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van den Bossche, W

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 94/00833

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5181795	26-01-93	AU-B- 5018093 WO-A- 9404761	15-03-94 03-03-94
DE-A-4035049	08-05-91	FR-A- 2654021 CH-A- 683826	10-05-91 31-05-94
EP-A-0265051	27-04-88	NONE	
US-A-3917479	04-11-75	GB-A- 1421121 BE-A- 792267 DE-A,B,C 2259219 FR-A,B 2162202 AU-A- 4963372	14-01-76 30-03-73 14-06-73 13-07-73 06-06-74

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

T/FR 94/00833

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 C03B5/02 C03B5/00

B09B3/00

F27B1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 C03B B09B F27B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US,A,5 181 795 (CIRCEO) 26 Janvier 1993 voir le document en entier ---	1,9
Y	DE,A,40 35 049 (SIMOND) 8 Mai 1991 voir le document en entier ---	1,9
A	EP,A,0 265 051 (CZERWINSKI) 27 Avril 1988 voir le document en entier ---	1,9
A	US,A,3 917 479 (SAYCE) 4 Novembre 1975 voir le document en entier -----	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 Septembre 1994

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22.09.94

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Van den Bossche, W.

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux m de familles de brevets

Demande Internationale No

/FR 94/00833

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-5181795	26-01-93	AU-B- 5018093 WO-A- 9404761	15-03-94 03-03-94
DE-A-4035049	08-05-91	FR-A- 2654021 CH-A- 683826	10-05-91 31-05-94
EP-A-0265051	27-04-88	AUCUN	
US-A-3917479	04-11-75	GB-A- 1421121 BE-A- 792267 DE-A, B, C 2259219 FR-A, B 2162202 AU-A- 4963372	14-01-76 30-03-73 14-06-73 13-07-73 06-06-74